Conseil national de recherches Canada | National Research Council Canada

Division de génie électrique | Division of Electrical Engineering

ERB-982

(Available in English)

Évaluation d'une application de l'enseignement assisté par ordinateur en milieu de travail

J. Brouard

Novembre 1985

Canada

CNRC No. 25254

86-04305

Copyright 1985 by
National Research Council of Canada

Permission is granted to quote short excerpts and to reproduce figures and tables from this report, provided that the source of such material is fully acknowledged.

Copyright 1985 par
Conseil national de recherches du Canada

Il est permis de citer de courts extraits et de reproduire des figures ou tableaux du présent rapport, à condition d'en identifier clairement la source.

Additional copies are available free of charge from:

Editorial Office, Room 301
Division of Electrical Engineering
National Research Council of Canada
Ottawa, Ontario, Canada
K1A 0R8

Des exemplaires supplémentaires gratuits peuvent être obtenus à l'adresse suivante:

Bureau des publications, Pièce 301
Division de génie électrique
Conseil national de recherches du Canada
Ottawa (Ontario) Canada
K1A 0R8

ÉVALUATION D'UNE APPLICATION DE L'ENSEIGNEMENT ASSISTÉ PAR ORDINATEUR EN MILIEU DE TRAVAIL

J. Brouard

ERB-982

CNRC No. 25254

NOVEMBRE 1985

NOTE

Dans le présent document, le masculin est utilisé sans aucune discrimination et uniquement dans le but d'alléger le texte.

TABLE DES MATIÈRES

		Page
RÉSUMÉ		v
1.	INTRODUCTION	1
	1.1 L'enseignement assisté par ordinateur et la formation en milieu de travail	1
	1.2 Un besoin d'études d'évaluation	2
	1.3 Le projet d'évaluation du CNRC	3
	1.4 Le but et le contenu de ce rapport	4
2.	CONDITIONS ET PROCÉDURES	4
	2.1 Le cours	4
	2.2 Le recrutement des employés participants	6
	2.3 La première rencontre avec les étudiants	7
	2.4 Le profil des utilisateurs	8
	2.5 L'organisation des sessions de travail au terminal	11
	2.6 La démarche méthodologique adoptée	11
3.	RÉSULTATS	14
	3.1 Le profil d'utilisation en terme de temps	14
	3.2 Les apprentissages effectués	16
	3.3 Les perceptions et réactions des étudiants	17
	3.3.1 La satisfaction des étudiants face aux apprentissages effectués et la pertinence du cours	18
	3.3.2 Les aspects appréciés et les avantages perçus	22
	3.3.3 Les aspects contraignants et les désavantages perçus	27
4.	CONCLUSION	31
REMERCIEMENTS		32
RÉFÉRENCES		32
ANNEXE A	Table des matières du cours "Principes fondamentaux des calculateurs numériques"	35
ANNEXE B	Lettre d'invitation et liste des divisions où elle a été expédiée	37
ANNEXE C	Questionnaire 1	41
ANNEXE D	Questionnaire 2	43
ANNEXE E	Version originale anglaise des commentaires cités	45

LISTE DES FIGURES

1	Équipement requis: Terminal et projecteur à diapositives LEKTROMEDIA	6
2	Équipement requis: Mini-laboratoire Hewlett-Packard	7
3	Exemple d'un calendrier hebdomadaire	12
4	Schéma général de la démarche méthodologique adoptée	13

LISTE DES FIGURES (suite)

5 Profil d'utilisation 15
6 Diagramme en feuilles dos-à-dos représentant les résultats obtenus au prétest et au post-test 17
7 Diagrammes en boîte représentant les mesures de tendance centrale (médianes) et de dispersion (1° et 3° quartiles) du prétest et du post-test 17
8 Commentaires des étudiants (question 1) 19
9 Commentaires des étudiants (question 3) 19
10 Commentaires des étudiants (question 6) 21
11 Commentaires des étudiants (question 4) 23
12 Commentaires des étudiants (question 8) 26
13 Commentaires des étudiants (question 2) 28
14 Commentaires des étudiants (question 5) 29
15 Commentaires des étudiants (question 9) 30

LISTE DES TABLEAUX

1 Profil des utilisateurs 10
2 Comparaison entre les résultats obtenus au prétest et au post-test 16
3 Moyenne, écart type, médiane et étendue interquartile des résultats obtenus au prétest et au post-test 16

RÉSUMÉ

L'enseignement assisté par ordinateur (EAO) représente plusieurs avantages d'ordre pédagogique et logistique pour la formation en milieu de travail mais peu d'informations sont disponibles en ce qui concerne les applications de tels systèmes de formation au sein des entreprises et organismes canadiens. En collaboration avec l'Institut national de la recherche scientifique en éducation (INRS-Éducation, Québec), le Conseil national de recherches du Canada (CNRC, Ottawa) a entrepris une démarche d'évaluation qui consiste à explorer les applications et les implications de l'EAO en milieu de travail, en prenant comme exemple le contexte du CNRC. Le présent rapport décrit les conditions et les résultats de la phase exploratoire de ce projet qui s'est déroulée du 3 avril au 24 juillet 1985 à la Section de recherches en informatique (Division de génie électrique), avec la participation de sept employés du CNRC. L'expérience de formation vécue par les employés participants s'est avérée enrichissante et ces derniers ont démontré une attitude favorable à l'implantation de tels systèmes dans leur milieu de travail.

ÉVALUATION D'UNE APPLICATION DE L'ENSEIGNEMENT ASSISTÉ PAR ORDINATEUR EN MILIEU DE TRAVAIL

J. Brouard

1. INTRODUCTION

1.1 L'enseignement assisté par ordinateur et la formation en milieu de travail

L'adoption de la nouvelle technologie par les milieux industriels et scientifiques désireux de ne pas être désavantagés dans le monde compétitif de l'économie suscite un important besoin en matière de formation professionnelle et de perfectionnement des compétences (1). En effet, les employés rattachés à divers organismes et entreprises sont de plus en plus appelés à utiliser la nouvelle technologie dans leur travail, ce qui exige l'acquisition d'habiletés et de connaissances mieux adaptées.

Par ailleurs, il y a existence de problèmes majeurs en ce qui a trait à la formation en milieu de travail, tant au plan logistique que pédagogique (2). L'un des plus importants problèmes résulte du fait que, souvent, les employés susceptibles de participer à un programme de formation sont dispersés d'un bout à l'autre d'une région ou du pays. Les employés doivent donc se rendre à un lieu souvent éloigné et s'absenter durant de longues périodes pour suivre un cours, celles-ci pouvant s'avérer inopportunes en regard des activités professionnelles de l'employé.

D'autre part, la motivation de l'étudiant adulte est généralement l'enrichissement d'une compétence ou l'acquisition d'une habileté qu'il a à utiliser; pour l'adulte, l'apprentissage est un moyen pour atteindre une fin, et non une fin en soi (3). Aussi, il serait juste d'affirmer que l'étudiant adulte recherche la maîtrise de l'habileté ou de la compétence envisagée, ce qui n'est pas toujours assuré par un enseignement de groupe qui privilégie un rythme d'apprentissage collectif.

L'existence d'un besoin relativement grand pour une formation plus accessible et plus adéquate dans les milieux de travail incite à considérer les potentialités de l'ordinateur en tant que méthode pouvant contribuer efficacement à la formation dans ces milieux où l'enseignement ne représente pas un objectif fondamental. Les capacités de l'ordinateur à répondre aux divers besoins de formation en milieu de travail sont reconnues et les expériences effectuées par le passé ou en cours démontrent que l'enseignement assisté par ordinateur (EAO) représente plusieurs avantages et bénéfices dans ce contexte (2, 4 à 7).

Par exemple, l'individualisation de l'enseignement représente une plus grande flexibilité pour les horaires de cours en même temps qu'une réduction considérable des coûts de formation; les cours peuvent être offerts au lieu de travail de l'employé et il est possible d'adapter les horaires de cours en fonction des horaires de travail régulier et ce, sans restrictions à des calendriers fixes et qui requièrent la participation d'un minimum de participants.

Cet avantage de la flexibilité des horaires conjugué à la personnalisation de l'enseignement offerte par l'EAO résulte en une possibilité pour l'apprenant de progresser à son propre rythme d'apprentissage et à partir de son niveau personnel de connaissance du sujet.

Aussi, la patience illimitée de l'ordinateur permet à l'étudiant de réviser autant que nécessaire et d'effectuer des pratiques ou exercices supplémentaires sous une variété de conditions. En comparaison avec les autres medias d'instruction en général, l'interaction usager-medium sous-jacente à une situation d'EAO fait en sorte que l'individu devient un participant actif et personnellement impliqué dans la situation d'apprentissage.

L'un des plus importants avantages pédagogiques de l'EAO réside dans les capacités du medium à rendre possibles des simulations de pièces d'équipement, de situations (ou cas), de processus complexes ou d'opérations exécutées selon des séquences spécifiques.

De plus en plus, l'utilisation d'un ordinateur devient pratique courante pour les employés. Considérant ce fait, Friedman (8) observe que lorsqu'un employé travaille à un terminal d'ordinateur, le terminal devient un environnement naturel et désirable pour la formation.

1.2 Un besoin d'études d'évaluation

De fait, l'EAO représente de nombreux avantages pour tous les organismes et les entreprises qui ont des besoins en matière de formation professionnelle et de perfectionnement des compétences. Cependant, et tel que le précise Schwade (2), les avantages de l'EAO ne peuvent être exprimés en termes de valeurs absolues, ceux-ci étant particuliers à la situation.

En effet, les différents rôles d'assistance de l'ordinateur peuvent varier grandement en fonction des employés, de la nature de leur travail, de leurs besoins, ainsi que de la structure de l'organisation et de l'efficacité du système de formation traditionnel déjà en place, s'il y a lieu.

Par conséquent, la contribution actuelle et potentielle de l'ordinateur à la formation en milieu de travail appelle des études d'évaluation

qui puissent offrir des descriptions de situations d'application de l'EAO à partir desquelles il est possible d'identifier des éléments importants à considérer et pouvant s'appliquer à d'autres situations futures. De telles études contribuent à favoriser et à améliorer l'implantation de cette méthode ainsi que l'utilisation effective de l'ordinateur à des fins de formation. Ajoutons le fait que relativement peu d'informations sont disponibles en ce qui a trait à de telles expériences dans les entreprises et organismes canadiens.

1.3 Le projet d'évaluation du CNRC

Dans cette optique, le Conseil national de recherches du Canada (CNRC, Ottawa), en collaboration avec l'Institut national de la recherche scientifique en Éducation (INRS-Éducation, Québec), a entrepris une démarche d'évaluation qui consiste à explorer les applications et les implications de l'EAO en milieu de travail, en prenant comme exemple le contexte de travail qu'est le CNRC. Il s'agit d'un projet instauré au sein de la Division de génie électrique et qui s'inscrit plus spécifiquement dans les activités de la Section de recherches en informatique.

Comme c'est généralement le cas dans les milieux de travail, les structures au niveau de l'enseignement ne sont pas très définies au CNRC. Il n'y a pas de programmes de formation spécifiques et par conséquent, il serait juste d'affirmer qu'un tel système de formation représente une double innovation dans ce milieu.

A prime abord, le projet implique d'offrir aux employés la possibilité de suivre un cours assisté par ordinateur susceptible de leur permettre d'acquérir des habiletés pertinentes. Aussi, un premier cours portant sur les calculateurs numériques ("digital computers") a été retenu pour la première période d'essai concernée dans ce rapport. Celle-ci s'est déroulée du 3 avril au 24 juillet 1985, avec la participation de sept employés du CNRC.

La question initiatrice de cette étude est la suivante: l'enseignement assisté par ordinateur peut-il contribuer de façon intéressante et enrichissante à la formation des employés du CNRC? Il s'agit de voir de quelle façon un tel système de formation est appliqué dans le milieu et en quoi il peut être utile aux employés.

En ce sens, le contexte d'utilisation ou la situation dans laquelle est intégré le cours assisté par ordinateur (ou didacticiel) devient l'objet de l'évaluation plus que le cours en lui-même. Il demeure évident que la nature et la qualité d'un didacticiel demeurent indissociables des résultats et des effets. Cependant, tout en tenant compte de ce fait, l'étude tente de se rapprocher du concept général de l'EAO en soi.

1.4 Le but et le contenu de ce rapport

Le principal objectif de ce rapport est de fournir les informations pertinentes qui permettront au lecteur de se faire une idée relativement précise du déroulement et des résultats de l'expérience. Le lecteur intéressé par les applications de l'EAO en milieu de travail peut ainsi - lui aussi - juger de la valeur ou de la pertinence de l'objet de l'évaluation et se faire une opinion sur les mesures à prendre en conséquence.

La section 2 offre une description du contexte ou de la situation au niveau des conditions et des processus (cours utilisé, participants, déroulement des activités). Cette section présente aussi les techniques et les instruments à l'aide desquels ont été recueillies des données quantitatives et des informations qualitatives, et ce, en fonction des différents moments où ils ont été utilisés.

Le contenu de la troisième section est d'abord et avant tout tiré de l'expérience telle que vécue et perçue par les employés participants. Les commentaires et les réflexions de ces derniers réflètent leur degré de satisfaction quant aux apprentissages effectués et à la pertinence de tels cours et révèlent les aspects de l'EAO les plus appréciés ainsi que les aspects contraignants.

2. CONDITIONS ET PROCÉDURES

2.1 Le cours

Le cours qui a été retenu pour cette première période d'essai porte sur les PRINCIPES FONDAMENTAUX DES CALCULATEURS NUMÉRIQUES. Le titre original de la version anglaise utilisée est DIGITAL COMPUTER FUNDAMENTALS. Il s'agit d'un cours qui a été conçu et développé au sein du ministère de la Défense nationale du Canada pour la formation des préposés à l'entretien des ordinateurs rattachés à ce ministère.

Ce cours d'introduction permet l'acquisition d'habiletés liées à l'organisation des unités fonctionnelles des calculateurs numériques ainsi qu'à la programmation et au matériel périphérique en général. Voici à ce titre un sommaire des objectifs du cours, formulés en termes de comportements attendus.

- Expliquer les opérations de base et les utilisations des calculateurs de type analogique et numérique;

- Identifier les circuits logiques de base et leur table de vérité respective;

- Décrire le fonctionnement des bascules électroniques et leurs utilisations;

- Décrire le fonctionnement et le rôle de l'unité de contrôle et de l'unité arithmétique et logique;

- Résoudre des problèmes liés aux différents types de conversion des systèmes numériques et liés à l'arithmétique informatique;

- Identifier les principes fondamentaux du réseau de circuits des calculateurs numériques;

- Identifier les différents types et rôles d'une mémoire d'ordinateur;

- Identifier les différentes structures d'un bus;

- Localiser les troubles d'un microprocesseur digital;

- Identifier les principes de programmation d'un micro-ordinateur;

- Identifier du matériel périphérique et son rôle.

Tel qu'indiqué par la table des matières présentée à l'annexe A, le cours se divise en sept chapîtres subdivisés en un nombre relatif de leçons. A la fin de chaque leçon et à la fin de chaque chapître est prévu un test que l'étudiant doit réussir à 70% pour accéder à la leçon ou au chapître suivant.

L'équipement requis est un terminal LEKTROMEDIA accompagné d'un système de projection à dispositives 35mm à accès direct. L'écran de ce dernier ainsi que celui du terminal sont tactiles, ce qui permet à l'étudiant de répondre par l'intermédiaire de l'écran ou encore d'activer des simulations de pièces d'équipement en touchant des représentations graphiques (figure 1). Deux terminaux étaient disponibles et situés dans un local de la section de recherches en informatique, spécialement amenagé en "salle de cours", et ils étaient reliés à un mini-ordinateur DATA GENERAL MV8000 dont le mode d'exploitation est en temps partagé (système centralisé).

A plusieurs occasions durant le cours, l'étudiant est invité à effectuer des applications pratiques de la matière vue au terminal grâce à un mini-laboratoire portatif fabriqué par HEWLETT-PACKARD basé sur un microprocesseur d'ordinateur (figure 2). Un manuel d'expérimentation guide l'étudiant dans sa pratique. Il est à noter qu'un seul exemplaire de ce matériel périphérique complémentaire était disponible.

Figure 1. Équipement requis: Terminal et projecteur à dispositives LEKTROMEDIA

Figure 2. Équipement requis: Mini-laboratoire HEWLETT-PACKARD

A prime abord, ce cours a été retenu parce qu'il était susceptible d'offrir à un grand nombre d'employés des laboratoires du CNRC l'opportunité d'acquérir des connaissances nouvelles ou de perfectionner des habiletés acquises antérieurement et qui sont d'une grande utilité puisque l'utilisation d'ordinateurs au travail est de plus en plus fréquente. D'autres raisons telles la disponibilité des supports informatiques requis et la présence d'une expertise du contenu et de la programmation informatique au sein même de la section où se déroulaient les essais ont aussi prévalu dans le choix de ce cours.

Avant de débuter les essais avec les employés, des techniciens de la Section de recherches en informatique ont effectué une vérification du cours, et quelques modifications ont été apportées au cours afin de l'adapter à la clientèle concernée. Aussi, le programme qui était originellement écrit en NATAL II a été adapté au langage microNATAL.

2.2 Le recrutement des employés participants

Les employés qui ont participé à la période d'essai concernée dans ce rapport ont été recrutés suite à l'envoi d'une lettre d'invitation de la part du directeur de la Division de génie électrique aux directeurs des divisions scientifiques situées à Ottawa; chacune de ces divisions étant constituée d'un nombre relatif de sections. Environ 1300 employés au total constituent le personnel technique et scientifique de ces divisions.

Cette lettre d'invitation présentait brièvement le projet d'évaluation et faisait appel à des employés susceptibles de bénéficier du cours offert

et prêts à consacrer une centaine d'heures de leur temps de travail, distribuées sur une période de trois mois, soit avril, mai et juin 1985. L'annexe B fournit copie de la lettre accompagnée de la liste des divisions où elle a été expédiée. Elle a fait l'objet d'une circulation à l'intérieur de ces divisions ou a été affichée sur les tableaux d'information aux employés.

Au cours des trois semaines suivant l'envoi de la lettre, près de 30 employés ont communiqué leur intérêt pour le cours offert et leur désir de s'y inscrire, soit dès la première session, soit pour des sessions ultérieures, selon leur disponibilité au travail. Dans la plupart des cas, ce sont les employés eux-mêmes qui ont communiqué avec nous après avoir obtenu le consentement de leur superviseur. Aussi, dans quelques cas, ce sont des superviseurs qui ont demandé plus d'informations sur la façon de procéder au plan organisationnel et qui ont manifesté le désir que certains de leurs employés suivent ce cours en raison de la pertinence du sujet.

Étant donné la durée approximative du cours estimée à 100 heures et la disponibilité de deux terminaux (réservés exclusivement aux fins du projet) un maximum de huit étudiants a été fixé pour la première séquence d'essais. Ce sont donc les huit premières personnes qui ont communiqué avec nous et prêtes à suivre le cours dès avril qui ont constitué au départ le groupe d'étudiants. Il est possible d'affirmer que la sélection des participants s'est effectuée d'elle-même; outre la durée du cours et le nombre de terminaux disponibles, les facteurs qui ont influencé implicitement la participation des employés sont: l'intérêt de l'employé pour la matière abordée dans le cours, sa disponibilité en regard de son travail, son consentement à participer à la démarche d'évaluation, et le consentement du superviseur de l'employé à ce que ce dernier s'absente de son travail pour un certain nombre d'heures par semaine durant deux ou trois mois.

Il est à noter que l'un des huit employés ayant débuté le cours a dû quitter après quelques semaines en raison de contraintes de temps et d'organisation de travail imprévues, et non pour des motifs ayant trait à la qualité ou à la pertinence du cours. Par ailleurs, cet employé ainsi que les autres employés ayant communiqué avec nous demeurent intéressés à suivre le cours ultérieurement. Ils auront la possibilité d'en bénéficier puisque d'autres sessions sont prévues et, éventuellement, il est possible que d'autres cours soient offerts et que des terminaux additionnels soient installés dans certaines divisions.

2.3 La première rencontre avec les étudiants

Une première rencontre a été effectuée avec la personne responsable de la démarche d'évaluation et chaque employé participant afin de préciser la

nature du projet et les modalités liées à la démarche d'évaluation. L'employé a alors été invité à compléter un premier questionnaire (annexe C) contenant des items liés aux facteurs suivants: son lieu de travail et la nature de son emploi, sa connaissance de la matière abordée dans le cours, son expérience concernant l'utilisation d'ordinateurs, son expérience et son opinion en ce qui a trait à l'EAO. Les informations obtenues par l'intermédiaire de ce questionnaire seront utilisées à la section suivante afin de décrire le groupe.

Aussi, un test (prétest) écrit consistant en 50 questions à choix multiple et portant sur le contenu du cours a été soumis afin de recueillir un indice quantitatif de la connaissance initiale de l'étudiant. Ce test a été élaboré au ministère de la Défense nationale et parce qu'il est utilisé dans ce milieu et qu'il sera utilisé de nouveau dans le cadre du projet, ce test n'est pas annexé à ce rapport.

Après que l'étudiant eut complété le prétest et le premier questionnaire, il a été initié au fonctionnement du système et aux manipulations de base: installation du caroussel à diapositives, procédures d'entrée et de sortie du système, organisation générale du cours et modalités d'entrée de réponses par l'intermédiaire du clavier ou des écrans tactiles.

C'est aussi au cours de cette première rencontre qu'il a été question de l'organisation générale des sessions de travail au terminal: à quelle fréquence l'employé prévoyait venir, quels moments de la semaine lui apparaissaient les plus opportuns, etc. De plus, le participant a été informé de l'assistance à laquelle il pouvait faire appel au besoin, que ce soit pour des problèmes liés au fonctionnement du système ou liés à la compréhension des notions abordées dans le cours. En effet, une ressource d'aide était assurée de façon permanente par un technicien de la section expert du contenu du cours et par la personne responsable de la démarche d'évaluation. Les bureaux de ces deux personnes étaient situés à proximité de la salle de cours.

2.4 Le profil des utilisateurs

Les sept employés participants, dont deux femmes et cinq hommes, proviennent de l'une ou l'autre des divisions suivantes: la Division de génie électrique (deux employés), la Division de génie mécanique, la Division des sciences biologiques (deux employés), l'Institut Herzberg d'astrophysique et l'Établissement aéronautique national. Les emplois qu'ils y occupent sont permanents (temps complet) et les années d'ancienneté varient entre 1 et 25 (1, 2, 10, 16 (2 employés), 23 et 25). Cinq d'entre eux occupent un poste en tant que technicien (réparation, entretien et modification de l'équipement), tandis que deux participants sont rattachés au personnel scientifique (physique et programmation de système).

Le tableau 1 fournit une description sommaire du groupe d'étudiants. Ce profil des utilisateurs contribuera à une meilleure interprétation et compréhension de l'information présentée ultérieurement. La plupart des commentaires cités dans ce rapport sont traduits de l'anglais. L'annexe 5 offre la version originale de ceux-ci qui correspondent aux chiffres fournis entre parenthèses (précédés du symbole "#").

Tel que le témoigne la première colonne de ce tableau, six des sept employés participants avaient une certaine expérience liée à l'utilisation d'ordinateurs. Pour la plupart, cette expérience se situe au plan du travail et concerne plus spécifiquement l'utilisation de programmes qui les assistent dans leur fonction: pour effectuer des calculs ou pour analyser des données, par exemple. Spécifions que trois des employés sont appelés à travailler au niveau de la programmation et l'un d'entre eux est appelé à effectuer de la réparation et du testing de matériel informatique.

Tel que précisé précédemment, le cours aborde en majeure partie des concepts liés au matériel informatique ("hardware") ainsi que quelques notions de base relatives au logiciel ("software"). Aussi, la connaissance initiale des étudiants est-elle variée et ce, selon qu'ils aient déjà suivi ou non des cours à ce sujet. Aucune condition préalable à ce cours n'a été établie par les auteurs et, pour cette raison, aucun critère de sélection lié aux connaissances initiales n'a été retenu pour cette première période d'essai.

La participation des employés repose sur une motivation personnelle à acquérir de nouvelles connaissances dans le domaine de l'informatique et il va sans dire que chacun partageait l'idée contenue dans un commentaire de l'un deux disant que ce cours serait profitable à tout le monde puisque les ordinateurs sont présents partout.

Bien que la majorité des étudiants n'avaient aucune connaissance liée directement à l'enseignement assistée par ordinateur, les commentaires qu'ils ont émis à l'item C du questionnaire 1 révèlent une attitude initiale favorable; le fait d'une participation volontaire le confirmant. Plusieurs y percoivent déjà l'avantage de pouvoir progresser à leur propre rythme, mais certains ont émis quelques réserves. Les commentaires cités ci-après témoignent de l'attitude initiale des participants.

> J'ai l'impression que l'enseignement assisté par ordinateur est très utile puisqu'il permet à l'étudiant de travailler à son propre rythme mais plus d'explications de la part d'un instructeur peuvent être recherchées en ce qui a trait aux notions qui ne sont pas claires. Il est important que les instructions soient claires et amicales (annexe 5,#7).
>
> L'EAO peut être plus économique en termes de temps comparativement à un texte, mais sans nécessairement le remplacer (#8).

Tableau 1. Profil des utilisateurs

Étudiants*	Expérience relative à l'utilisation d'ordinateurs au travail	Connaissances liées directement au sujet du cours	Motivation à suivre le cours	Expérience de l'EAO	Attitude initiale
A.	Une certaine expérience: utilisation de l'ordinateur pour effectuer des calculs	Connaissance de base: liée au logiciel	Acquérir des connaissances nouvelles sur ordinateur et découvrir comment fonctionne un cours assisté par ordinateur	Aucune expérience	Favorable: "Je suis anxieux de découvrir comment cela fonctionne ... (annexe 5, #1)
B.	Une bonne expérience: relative à la programmation d'ordinateurs	Connaissance de base: liée au matériel informatique Très bonne connaissance liée au logiciel	Acquérir des connaissances au niveau du matériel informatique plus spécifiquement	Une certaine expérience: passation de tests formatifs dans le cadre d'un cours	Favorable: "Je trouve ces cours assistés par ordinateur très utile comme outil d'apprentissage (#2)."
C.	Une certaine expérience: relative à la programmation	Connaissance de base: sur les fondements des ordinateur et sur certains langages de progammation	Acquérir de nouvelles connaissances qui lui permettront de travailler avec un système informatique nouvellement acquis	Aucune expérience	Favorable: "Si le cours est bien préparé et présenté, et l'ordinateur disponible ... je ne vois pas pourquoi ce système ne serait pas bénéfique ... (#3.)
D.	Une certaine expérience: utilisation de l'ordi- pour effectuer des calculs	Aucune connaisance	Acquérir des connaissances générales	Aucune expérience	Favorable: "Je pense que ce sera une bonne méthode (#4)."
E.	Une certaine expérience: utilisation de l'ordinateur pour la cueillette et l'analyse de données	Connaissance de base: en électronique	Acquérir des connaissances générales	Aucune expérience	Favorable: "Je me sens positif envers l'idée (#5)."
F.	Aucune expérience	Aucune connaissance	Acquérir des connaissances générales	Aucune expérience	Favorable
G.	Une bonne expérience: réparation et testing du matériel informatique	Très conne connaissance de l'électronique des ordinateurs et de la programmation	Revoir les notions sur le sujet et approfondir la notion de mise au point	Aucune expérience	Favorable: "Je sens que l'enseignement assisté par ordinateur est très utile ... (#6)."

* À l'occasion dans ce rapport, les étudiants seront désignés par les lettres de A à G. Sauf indication contraire, l'ordre des étudiants variera d'un tableau ou figure à l'autre afin que les informations ne puissent être associées à l'identité de l'employé.

> Travailler seul avec une machine peut être irritant à moins qu'il n'y ait quelqu'un de disponible pour aider et informer les étudiants (#9).

Deux des employés dont l'un avait déjà une certaine expérience avec l'EAO et dont l'autre avait déjà utilisé un ordinateur en milieu scolaire soulèvent les points suivants:

> Je trouve l'enseignement assisté par ordinateur très utile en tant qu'outil d'apprentissage. Le grand avantage est que l'étudiant peut avancer selon ses propres capacités d'apprentissage. Aussi, les horaires peuvent être faits pour l'étudiant. D'autre part, le désavantage repose sur le fait qu'il n'y a pas d'interaction humaine. Personne n'est là pour répondre à des questions spécifiques! (#10).

> Si le cours est bien préparé et présenté, et les ordinateurs disponibles sans la pression de d'autres étudiants qui attendent en ligne, je ne vois aucune raison pour laquelle ce système ne serait pas bénéfique pour un individu (#11).

Mentionnons finalement l'intérêt et la curiosité d'un employé pour ce qui est du fonctionnement de la méthode en soi:

> Je n'ai aucune expérience avec l'EAO mais je suis anxieux de voir comment cela fonctionne, spécialement pour quelqu'un qui a quitté depuis longtemps l'apprentissage formel de l'école et l'université. La possibilité de travailler à son propre rythme est particulièrement attrayante mais je suis curieux de voir comment l'absence d'une compétition de groupe, et le stimulus que cela fournit affecte le processus d'apprentissage (#12).

2.5 L'organisation des sessions de travail au terminal

Au cours des premières semaines, aucun horaire n'a été fixé de façon précise, si ce n'est la mise en place de deux sessions par jour pour chacun des deux terminaux (voir figure 3). Progressivement, les employés ont effectué leur choix en fonction du temps qu'ils pouvaient consacrer au cours et en fonction de la nature de leur travail.

Par exemple, certains préféraient consacrer une journée entière par semaine (tous les mercredis ou tous les vendredis), tandis que d'autres, pour qui il était plus difficile de se concentrer au terminal durant toute une journée ou encore pour des préférences personnelles, ont choisi de suivre le cours à raison de deux ou trois demi-journées par semaine. Quelques demi-journées ont été laissées libres afin d'assurer une certaine souplesse à l'horaire pour les employés qui ne pouvaient prévoir d'avance le calendrier de leur semaine de travail. Aussi, ces sessions libres ont été profitables dans le cas où les étudiants désiraient effectuer des sessions supplémentaires.

2.6 La démarche méthodologique adoptée

A l'instar d'une approche "élargie" de l'évaluation, le cadre méthodologique dans lequel nous avons choisi de travailler s'associe aux procédés

SEMAINE DU 15 AVRIL AU 19 AVRIL

lundi 15	mardi 16	mercredi 17	jeudi 18	vendredi 19
	D.	A.	F.	E.
		A.		E.

Terminal 1

lundi 15	mardi 16	mercredi 17	jeudi 18	vendredi 19
	F.	C.	D.	F.
B.		C.		B.

Terminal 2

Figure 3. Exemple d'un calendrier hebdomadaire.

de recherche des études de cas ou des essais sur le terrain; comme Cardinet le note: "ceci implique que le point de vue subjectif des participants et la vision propre de leur situation soient pris en compte et acceptés comme objets d'étude valables (9)".

Par conséquent, la majorité des techniques et instruments retenus pour cette étude sont ceux qui permettent de connaître les opinions et les perceptions personnelles des participants. La figure 4 représente la démarche méthodologique adoptée en fonction des moments où les divers instruments et techniques ont été appliqués.

Outre le prétest, nous avons déjà mentionné l'utilisation d'un premier questionnaire que chaque participant a complété avant de débuter le cours et qui a servi à recueillir les informations présentées à la section 2.4 concernant leurs connaissances, expériences et attitude initiales.

Après avoir complété le cours, chaque étudiant à été invité à passer de nouveau le test (post-test) afin de vérifier si les employés ont tiré avantage du cours au plan des connaissances. Les résultats obtenus aux prétest et post-test seront examinés à la section 3.2.

Un deuxième questionnaire a été élaboré afin de connaître les réactions et les perceptions des participants envers l'expérience vécue ainsi qu'envers l'idée d'implantation de tels systèmes de formation dans leur milieu de travail. Cet instrument comporte dix questions ouvertes dont la liste est fournie à l'annexe D.

Par la suite, des entrevues semi-dirigées individuelles ont eu lieu afin de permettre aux répondants de commenter et compléter les réponses fournies au questionnaire 2 et de discuter de l'expérience en général.

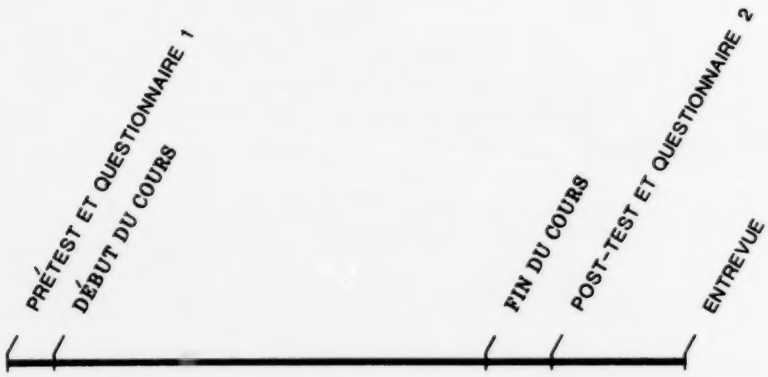

Figure 4. Schéma général de la démarche méthodologique adoptée

Quatre de ces entrevues ont été enregistrées, ce qui permettra de citer avec fidelité les commentaires recueillis au cours de celles-ci.

Ajoutons que tout au long de la période d'essai, la personne responsable de la démarche d'évaluation a assumé un rôle d'observatrice participante dans le sens où l'entend Cardinet (9); le rôle de l'observateur participant est celui d'intervenant et de collaborateur plus que celui d'observateur externe. II ne s'agissait donc pas d'assumer une présence constante auprès des étudiants mais de s'assurer que tout se passait bien, d'être à l'écoute des problèmes rencontrés et des besoins suscités ainsi que des commentaires spontanés exprimés face à tel ou tel aspect de la situation. Souvent, l'observatrice participante n'était que l'intermédiaire entre l'étudiant et la personne désignée comme aide technique et du contenu du cours. Il était alors possible d'identifier la nature des difficultés rencontrées.

3. RÉSULTATS

3.1 Le profil d'utilisation en terme de temps

La figure 5 illustre la période de temps et le nombre total d'heures que chaque étudiant a consacrées au cours. Le nombre d'heures au total a été estimé suite à la compilation de fiches individuelles du cheminement des étudiants sur lesquelles étaient notées les dates et les heures auxquelles se présentaient les étudiants. Outre le temps passé au terminal, ces estimations comprennent les expériences effectuées à l'aide du mini-laboratoire et les temps d'arrêt divers: pauses-café, discussions et consultations, temps de panne de l'ordinateur (sauf dans les cas où ils excédaient une demi-heure), et temps d'arrêt associés aux problèmes techniques.

Nous pouvons d'abord constater que la durée du cours a considérablement varié d'un étudiant à l'autre (entre 6 et 17 semaines pour un total d'heures variant entre 41 et 104). Nous observons aussi que la plupart l'ont suivi sans interruption (en termes de semaines puisque le cours était suivi à temps partiel), sauf en ce qui a trait à un arrêt d'une semaine ou deux en raison de vacances (zone hachurée).

L'estimation que nous avions effectuée au départ en ce qui concerne le temps requis pour compléter le cours (100 heures) s'avère plausible dans trois cas où les employés n'avaient peu ou pas de connaissances initiales du contenu. Les différences dans le temps que chaque étudiant a pris pour compléter le cours revêtent une importance considérable dans l'évaluation des bénéfices d'ordre pédagogique et logistique d'un tel système de

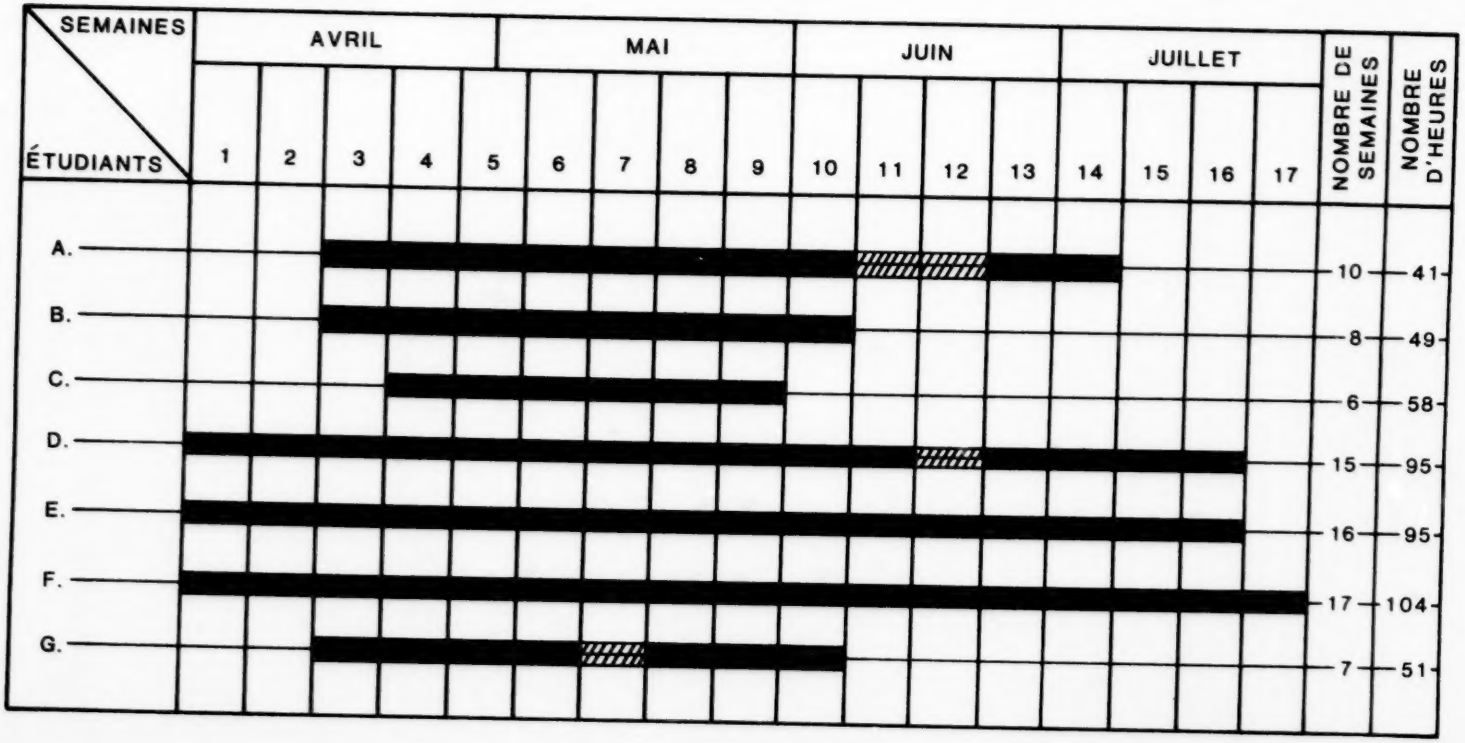

Figure 5. Profil d'utilisation.

formation. Aussi, ces informations concernant le profil d'utilisation seront discutées à la section 3.3.2 traitant des aspects positifs et des avantages perçus.

3.2 Les apprentissages effectués

Les scores obtenus au prétest et au post-test (maximum = 100) sont présentés dans le tableau 2.

Tableau 2. Comparaison entre les résultats obtenus au prétest et au post-test

Prétest %	Post-test %	Différence entre le prétest et le post-test
10	60	+50
18	78	+60
26	88	+62
38	74	+36
60	92	+32
62	80	+18
84	94	+10

Ces résultats sont représentés dans le diagramme en feuilles dos-à-dos de la figure 6. Ce diagramme permet de constater que tous les étudiants se retrouvent dans la partie supérieure au post-test, alors que la majorité d'entre eux se trouvaient dans la partie inférieure au prétest.

Le tableau 3 donne la moyenne, l'écart type, la médiane et l'étendue interquartile des résultats obtenus au prétest et au post-test.

Tableau 3. Moyenne, écart-type, médiane et étendue interquartile des résultats obtenus au prétest et au post-test

	Prétest	Post-test
Moyenne	42,6	80,9
Écart type	26,9	11,8
Médiane	38	80
Étendue interquartile	39	14

La figure 7 représente à l'aide de deux diagrammes en boîte les mesures de tendance centrale (médianes) et de dispersion (1° et 3° quartiles) du prétest et du post-test.

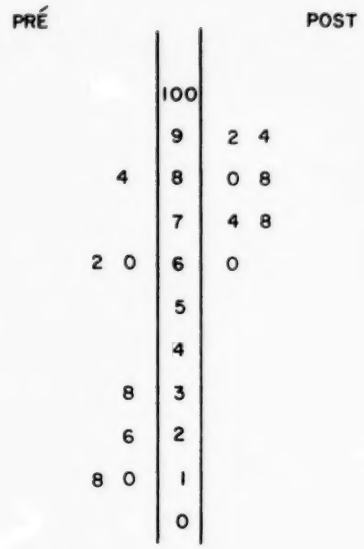

Figure 6. Diagramme en feuilles dos-à-dos (10) représentant les résultats obtenus au prétest et au post-test.

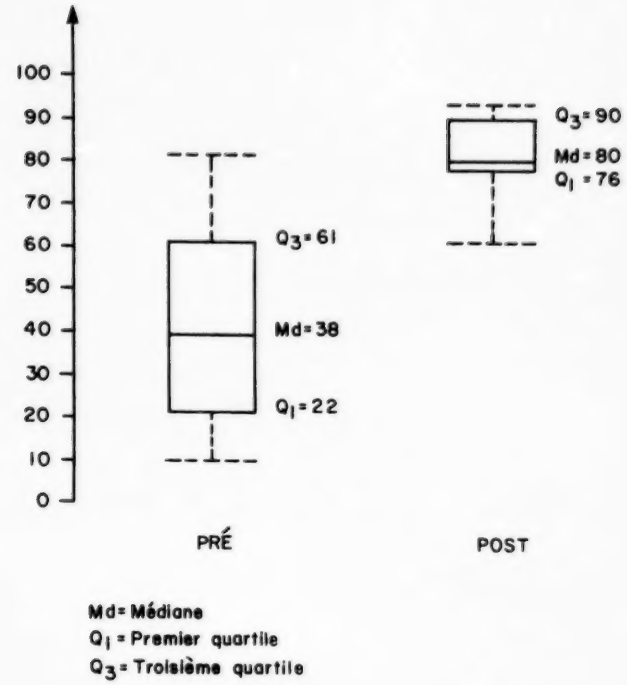

Figure 7. Diagrammes en boîte (10) représentant les mesures de tendance centrale (médianes) et de dispersion (1° et 3° quartiles) du prétest et du post-test.

Ces statistiques et ces diagrammes doivent être interprétés avec prudence, étant donné le nombre limité d'étudiants. Ils ne représentent que des tendances qui restent à confirmer à l'aide des données qui continuent à être recueillies dans la suite du projet.

Néanmoins, considérant ces résultats, il est permis d'affirmer que les étudiants ont fait un progrès important [le test de Walsh (11) donne un verdict significatif au seuil de $\alpha = 0,01$] entre le prétest et le post-test en ce qui concerne l'assimilation du contenu du cours.

3.3 Les perceptions et réactions des étudiants

La présente section a pour but de faire état des réponses des étudiants au questionnaire qui leur a été soumis au terme du cours. Rappelons que ce dernier comporte 10 questions ouvertes dont la liste est présentée à l'annexe 4.

Ces questions sont centrées sur 3 grands thèmes qui constitueront les sous-sections qui suivront. Ces thèmes sont les suivants:

- la satisfaction des étudiants face à l'apprentissage effectué et la pertinence du cours;

- les aspects de l'EAO ou de l'expérience en général les plus appréciés et les avantages perçus pour la formation (ou le recyclage) au CNRC;

- les aspects de l'EAO ou de l'expérience en général identifiés comme étant contraignants et les désavantages perçus.

Ajoutons que plusieurs réflexions et commentaires exprimés lors des entrevues seront cités dans le but de compléter et d'enrichir les informations présentées.

3.3.1 *La satisfaction des étudiants face aux apprentissages effectués et la pertinence du cours*

La comparaison entre les résultats des tests de performance faite à la section précédente constitue un indice important de l'apprentissage effectué. Cependant, les perceptions et réactions des étudiants envers les connaissances qu'ils ont acquises par l'intermédiaire du cours demeurent des plus révélatrices de la réussite de l'expérience de formation et de la pertinence de celle-ci dans le milieu concerné.

Les figures 8 et 9 présentent les réponses que les étudiants ont exprimées aux questions 1 et 3 visant à connaître leur degré de satisfaction et leur perception de la pertinence du cours suivi en regard de leur emploi. Notons que les commentaires sont présentés dans le même ordre pour ces deux questions, de sorte qu'ils correspondent au même répondant. Il est aussi important de mentionner que le premier commentaire cité pour la question 1 n'est pas présenté au complet, l'étudiant ayant ajouté certaines observations liées au cours en soi. Ces dernières seront prises en considération à la section traitant des aspects contraignants.

A prime abord, nous pouvons constater que tous les participants se disent satisfaits de leur expérience d'apprentissage et que le contenu du cours s'est avéré pertinent compte tenu de leur travail régulier au CNRC.

Les commentaires de deux des répondants témoignent cependant une certaine déception; l'un aurait apprécié étudier le fonctionnement d'ordinateurs particuliers et les opérations sous-jacentes à une interaction avec eux, tandis que le second (qui avait une très bonne connaissance initiale

ÊTES-VOUS SATISFAIT DE L'APPRENTISSAGE QUE VOUS AVEZ EFFECTUÉ?

"Globalement, je suis satisfait ... Ce cours m'a introduit à un aspect des ordinateurs entièrement nouveau car jusqu'à maintenant, je n'ai eu affaire qu'à la programmation (Annexe 5, #13)."

"Je suis entièrement satisfait. Le cours m'a rendu capable de relier les concepts du matériel informatique et du logiciel les uns aux autres. Je ne me sentais pas en confiance avec la terminologie du matériel informatique, maintenant, au moins, j'ai une certaine idée de la signification des termes-clé liés au matériel informatique (#14)."

"Oui. Je suis parti avec une nouvelle connaissance et une meilleure compréhension des ordinateurs. Le cours a aussi rafraîchi ma mémoire dans certains domaines (#15)."

"Oui."

"Oui, mais je m'attendais à avoir plus d'informations sur les séances de travail à un terminal et sur les commandes servant à effectuer des transferts, créer des fichiers, ... [en savoir plus sur] ce que font des ordinateurs particuliers (#16)."

"Oui."

"Je suis satisfait de ce que j'ai appris mais j'aurais aimé qu'il aborde un peu plus en détail certains sujets. Ce cours m'a donné une meilleure compréhension des ordinateurs et plus d'informations ... Il m'a rappelé des choses que j'ai pu oublier (#17)."

Figure 8. Commentaires des étudiants (question 1).

EST-CE QUE LE CONTENU DU COURS QUI VOUS A ÉTÉ PRÉSENTÉ EST PERTINENT COMPTE TENU DE VOS ACTIVITÉS PROFESSIONNELLES?

"Il avait une certaine pertinence par rapport à mes activités ... où nous effectuons des calculs avec les ordinateurs. Cependant, peut-être que le plus grand avantage sera d'avoir affaire à des problèmes avec mon ordinateur personnel à la maison où il n'y a pas d'experts en électronique à la portée de la main pour m'aider! (#18)."

"Oui, je le crois bien. Puisque je travaille avec des personnes concernées par le matériel informatique et le logiciel, je serai capable de relier ces deux aspects de l'ordinateur. Je ne comprends pas tout encore mais maintenant je sais quoi demander (#19)."

"Les contenus touchaient quelques domaines immédiats. J'étais initialement encouragé à participer en vue d'un travail futur avec un système informatique nouvellement acquis (#20)."

"Un peu relié à mon travail. Peut-être plus dans le futur (#21)."

"Oui. La majeure partie du cours était reliée à mon travail (#22)."

"En partie. Nous utilisons des ordinateurs et assez souvent, les gens me demandent de faire quelque chose quand ils ne sont pas là, alors je dois savoir ce qui se passe (#23)."

"Oui, il était pertinent par rapport à mes activités professionnelles (#24)."

Figure 9. Commentaires des étudiants (question 3).

du contenu) aurait aimé explorer plus en détail certains aspects tels que les techniques d'identification de troubles et mise au point d'un microprocesseur. Ces deux étudiants soulignent cependant l'enrichissement que leur a apporté ce cours, soit par l'apport de connaissances totalement nouvelles ou par la révision de connaissances antérieurement acquises. Ceci est particulièrement intéressant puisqu'on peut voir qu'un tel système peut répondre à deux types de motivation.

Il est intéressant de voir que le cours revêt une signification différente selon la nature du travail de l'employé. C'est ainsi que pour des employés étant appelés à travailler plus spécifiquement au niveau de la programmation, l'acquisition de connaissances liées au matériel informatique ne vise pas des applications directes au travail, mais représente plutôt un enrichissement personnel qui les aidera à mieux comprendre le travail de leur collègues et les implications de leur propre travail.

Ces deux considérations étant formulées, il est possible d'affirmer que la majorité des notions abordées dans le cours et plus particulièrement celles touchant au matériel informatique ("hardware") représentent des applications relativement liées à leurs activités professionnelles actuelles (pour cinq d'entre eux) ou futures (pour deux des employés).

Par ailleurs, il est possible d'envisager qu'une telle expérience puisse être tout aussi enrichissante pour un grand nombre d'employés des laboratoires du CNRC. Notons qu'à l'expédition de la lettre d'invitation, nous envisagions une certaine réticence chez les directeurs et les superviseurs du fait que le cours exigeait de libérer des employés pour plusieurs plusieurs heures par semaine sur une période relativement longue (estimée au départ à trois mois). En fait, un maximum de cinq ou six demandes de participation était prévu.

Le nombre de demandes reçues (30) pour le cours offert révèle un besoin de formation des employés dans le domaine de la nouvelle technologie. A ce titre, citons dès à présent le commentaire d'un étudiant exprimé à l'une des questions qui concerne plus spécifiquement les avantages perçus: "Je crois que c'est une bonne idée pour quelqu'un qui est intéressé à apprendre au sujet des ordinateurs, ou pour quelqu'un qui a affaire avec toute forme d'automation, de prendre un cours d'introduction tel que celui-là. Quoique quelques concepts puissent être difficiles à comprendre, la personne aura au moins une certaine idée de la façon dont fonctionnent les ordinateurs. Et ceci est très important de nos jours où les ordinateurs sont utilisés dans tellement de champs de travail (#25)."

D'autre part, la satisfaction des employés participants se confirme dans leur attitude positive face à la recommandation à des collègues de suivre un tel cours. Cette attitude se dégage des commentaires émis à la

question 6 (figure 10). Nous remarquons que la majorité des réponses exprimées touche plus spécifiquement à l'aspect contenu, mais il serait juste d'affirmer que ce positivisme est implicitement lié à l'idée d'EAO en soi.

Cette dernière affirmation est tout aussi valable en ce qui a trait à l'intérêt des participants pour suivre d'autres cours de ce type. En effet, suite à leur première expérience avec un système de formation assistée par ordinateur en milieu de travail, ils se disent tous intéressés à suivre d'autres cours de ce type, dont le contenu serait lié à leur emploi. Les sujets d'intérêt mentionnés par les répondants à la question 7: "Seriez-vous intéressé à suivre un autre cours de ce type? Si oui, quels sujets vous intéresseraient plus particulièrement?" sont les suivants:

- la programmation;
- les modes d'opération d'ordinateurs particuliers;
- les opérations, l'architecture et la conception de micro et mini-ordinateurs;
- la façon d'interfacer du matériel périphérique et différents instruments de mesure;
- l'électronique et l'instrumentation;
- la gestion, la performance et la sécurité de système.

RECOMMANDERIEZ-VOUS À DES COLLÈGUES DE TRAVAIL DE SUIVRE UN TEL COURS?

"Je recommanderais certainement à des collègues que, si le besoin et l'opportunité de prendre un tel cours se présentent à eux, ils devraient le suivre (#26)."

"Oui."

"La plupart de mes collègues en ce moment sont assez bien informés dans le domaine de l'informatique. Cependant, si je connaissais quelqu'un intéressé à apprendre sur les ordinateurs, je leur recommanderais certainement le cours (#27)."

"Oui. Je ne considèrerais pas cela comme une perte de temps (#28)."

"Oui, je pense que ce système est une façon intéressante d'introduire une nouvelle matière à des collègues de travail; spécialement si l'employé est hésitant à travailler avec les ordinateurs (#29)."

"Je le recommanderais à ceux qui ont un peu de connaissances sur les circuits logiques et les micro-ordinateurs (#30)."

Figure 10. Commentaires des étudiants (question 6).

Lors de l'entrevue, un employé observait: "On doit être capable de se recycler ... occuper un emploi comme le mien exige de se recycler ... tout est toujours en changement, on travaille sur des choses de plus en plus nouvelles (#26)". La variété des sujets d'intérêt mentionnés par les sept employés participants et le positivisme qu'ils démontrent face à la pertinence de cours tel que celui qu'ils ont suivi permettent d'envisager qu'un renouvellement d'invitations offrant des cours appropriés permettrait de répondre aux divers besoins de formation des employés dans ce milieu de travail.

3.3.2 Les aspects appréciés et les avantages perçus

L'idée principale qui se dégage des informations qui viennent d'être présentées est que l'expérience d'apprentissage vécue s'est avérée enrichissante et pertinente. Bien qu'il demeure évident que l'EAO ne représente pas la seule alternative pour un employé intéressé à acquérir de nouvelles connaissances et à perfectionner ses compétences, un tel système de formation représente des avantages importants à considérer dans un milieu de travail. C'est ce qui sera développé ici, à partir des perceptions et réactions des employés participants.

Le questionnaire 2 comportait deux questions touchant spécifiquement à ces points; il s'agit de la question 4: "Quels aspects de votre expérience avez-vous les plus aimés?", et de la question 8: "Quels avantages percevez-vous dans l'utilisation de tels cours pour la formation du personnel du CNRC?". La figure 11 présente d'abord les réponses exprimées à la question 4.

Les commentaires que les étudiants ont exprimés à cette question et lors des entrevues révèlent trois principaux aspects qui ont été appréciés; l'un étant lié à la stratégie de base de l'EAO, c'est-à-dire l'individualisation de l'enseignement qui a permis à chacun de progresser à son propre rythme d'apprentissage, le second ayant trait à la flexibilité des horaires et un troisième aspect lié à l'une des conditions, soit la disponibilité d'une ressource d'aide technique et pédagogique.

Nous voyons que cinq d'entre eux perçoivent le fait de pouvoir travailler et de progresser à leur propre rythme comme un aspect des plus appréciés. En entrevue, tous ont confirmé leur grande appréciation envers cette qualité du système de formation. Les différences observées à la section 3.1 en regard du temps pris pour compléter le cours indiquent bien que chacun s'est vu respecté dans son rythme d'apprentissage et ce, en fonction de leurs connaissances initiales, leurs aptitudes personnelles et le nombre d'heures par semaine qu'ils étaient prêts à donner. De façon générale, nous avons constaté que ceux qui avaient peu ou pas de connaissances de départ ont pris plus de temps tandis que ceux pour lesquels

QUELS ASPECTS DE VOTRE EXPÉRIENCE AVEZ-VOUS LES PLUS AIMÉS?

"J'ai aimé le fait de pouvoir travailler à mon propre rythme. J'étais capable de reculer et d'avancer dans le cours comme il me plaisait. J'étais aussi content d'avoir quelqu'un qui pouvait m'aider si j'avais certains troubles avec certaines parties du cours (#32)."

"Les heures flexibles pour suivre le cours; L'ambiance tranquille (seulement 2 personnes dans la pièce); L'aide technique toujours disponible (quand l'ordinateur ne fonctionne plus) (#33)."

"Répondre aux questions avec succès, indiquant qu'une explication avait été comprise; Acquérir une vue générale au sujet des ordinateurs (#34)."

"J'ai aimé être capable d'ajuster mon propre rythme en fonction de la matière (#35)."

"J'ai aimé le défi d'une nouvelle expérience d'apprentissage, n'ayant pas fréquenté le milieu scolaire depuis ma graduation ... C'était fascinant de découvrir comment des cours de ce genre sont présentés, de travailler à un rythme individuel plutôt qu'au rythme d'une classe, et de partir avec le sentiment d'un certain accomplissement (#36)."

"J'ai aimé les expériences pratiques. J'ai aimé être capable d'aller à mon propre rythme (#37)."

"Je trouve que c'est une méthode d'apprentissage relaxante dans la mesure où l'on peut travailler à son propre rythme, avec l'option de réviser la matière sans retarder une classe ou rester en arrière. J'ai aimé l'aspect de la pratique en laboratoire où la théorie et les pratiques allaient ensemble; travailler avec des exemples autres que ceux présentés à l'écran clarifie la théorie (#38)."

Figure 11. Commentaires des étudiants (question 4).

le cours ne représentait pas l'acquisition de connaissances entièrement nouvelles ont terminé plus rapidement. A ce titre et plus spécifiquement en comparaison avec l'enseignement conventionnel de groupe, l'un des étudiants observait (en entrevue):

> On n'est pas limité par la vitesse de la classe. Si on trouve quelque chose très facile à comprendre, on peut passer à travers plus rapidement qu'on le peut en classe où il faut attendre que les autres comprennent. Par contre, s'il y a quelque chose que l'on ne comprend pas, on peut prendre notre temps et essayer de comprendre au lieu de devoir se presser comme c'est le cas en classe. De cette façon, on va à son propre rythme (annexe 5, #27).

Aussi, dans la façon de suivre le cours, les participants ont apprécié le fait de pouvoir prendre des notes de cours, réviser et prendre des pauses au besoin, bref, de fonctionner d'une manière personnelle et adaptée à leurs préférences et besoins. Bien que ne rejetant pas l'idée d'enseignement de groupe, ils ont exprimé leur préférence pour une stratégie de formation telle que vécue (moyennant certaines considérations que nous

exposerons à la section suivante), d'autant plus lorsqu'intégrée de façon opportune à leur horaire de travail régulier.

Par ailleurs, l'individualisation de l'enseignement représente la possibilité de fonctionner avec des horaires flexibles, ce qui a été un aspect logistique très apprécié des répondants et qui n'a pas posé de problème d'organisation et de planification de l'utilisation des terminaux. En tenant compte des deux conditions suivantes, à savoir le nombre de terminaux disponibles (deux) et le nombre de participants (sept), il a été possible, pour ces derniers, de choisir des sessions appropriées et qui convenaient à leurs préférences personnelles. En entrevue, les employés ont affirmé ne pas avoir trouvé le cours trop long et ce, principalement en raison du fait que celui-ci était suivi à temps partiel. Citons à ce titre la réflexion de l'un d'entre eux: "(Je n'ai pas trouvé le cours trop long), en partie à cause de la flexibilité des heures; nous pouvons venir quand nous avons du temps, nous pouvons nous inscrire pour des sessions supplémentaires ... . (#28)".

Bien que le but de la phase initiale n'impliquait pas de comparaison entre un mode de fonctionnement à temps partiel et à temps complet, il a été intéressant de discuter avec les employés de leur perception à ce sujet. Six des sept employés ont exprimé leur préférence pour le temps partiel. Il s'agit d'abord du fait qu'il est alors possible de prendre du recul face à la matière ("y penser", "réviser les notes prises") mais surtout du fait qu'il est difficile de quitter le travail pour plusieurs semaines d'affilée. Toutefois, il demeure possible, avec l'EAO, de satisfaire les préférences personnelles des employés en considérant le nombre de terminaux disponibles et le nombre de personnes inscrites.

Un autre aspect de l'expérience vécue qui a été grandement apprécié - voire perçue comme une condition à l'application de ce type de système de formation dans ce milieu - est la disponibilité d'une assistance ou ressource d'aide.

D'une part, les étudiants ont fait appel à une aide technique lors de la rencontre de problèmes liés à l'équipement ou au fonctionnement du système. Bien que la période d'essai se soit déroulée sans problèmes majeurs liés directement à l'équipement, certaines contraintes se sont toutefois présentées de façon répétée. Et bien que les étudiants aient réagi avec beaucoup de tolérance en acceptant ces contraintes comme faisant partie intégrante de la situation, celles-ci ont eu pour effet d'entraver à plusieurs reprises le déroulement des activités. Il s'agit d'abord de blocages des terminaux qui sont survenus régulièrement au cours des premières semaines et qui étaient dus à un taux d'humidité inadéquat et la présence d'un tapis dans le local, provoquant ainsi de l'électricité statique. Pour pallier à cette situation, un humidificateur a été installé. Par la suite,

au cours des mois estivaux, la climatisation a contribué à en atténuer de beaucoup la fréquence. Aussi, le fait de manipuler l'équipement associé au système de projection à diapositives a créé régulièrement des blocages des terminaux. En effet, avant d'effectuer la procédure d'entrée, l'étudiant devait installer l'un des deux caroussels approprié (selon l'endroit où il était rendu dans le cours). Or, il arrivait que cette opération soit oubliée ou que le mauvais caroussel ait été mis en place. L'ordinateur ne reconnaissant pas une telle situation, il acceptait la procédure d'entrée et le cours débutait normalement, jusqu'à ce qu'une diapositive doive être présentée. L'étudiant réalisait alors l'absence de celle-ci ou la présence d'une diapositive inappropriée. Il s'agissait alors de sortir du programme puis d'y entrer de nouveau pour ensuite retourner à l'endroit approprié. Ce type de problèmes techniques impliquait l'intervention d'une personne-ressource spécialiste du matériel informatique pour effectuer les opérations nécessaires à remettre en marche le système et, outre une certaine perte de temps pour l'étudiant, ces blocages provoquaient une perte d'informations dans la mémoire de l'ordinateur depuis la dernière entrée; l'étudiant devait alors retourner au point de départ (au début d'une leçon par exemple), à moins que la personne-ressource ne change les données dans les registres informatisés du cheminement de l'étudiant.

D'autre part, une assistance s'est aussi révélée nécessaire lors de la rencontre de difficultés liées à la compréhension du contenu. En particulier pour l'un des chapîtres qui a été considéré comme étant le plus complexe et en l'absence de ressources pédagogiques complémentaires telles que des modules ou branchements d'explications supplémentaires ou des documents didactiques associés au cours, tous les étudiants ont fait appel, de façon occasionnelle, à l'assistance prévue à cet effet.

D'autres aspects de l'expérience ont été soulevés comme étant appréciables, soit les applications pratiques à l'aide du mini-laboratoire qui, en regard du contenu présenté, ont permis de voir concrètement le fonctionnement du matériel informatique (d'un microprocesseur), et le fait de suivre le cours dans un environnement calme et confortable du fait que le local était aménagé et réservé exclusivement aux fins du projet. Deux étudiants ont aussi mentionné l'importance de pouvoir régler l'éclairage comme désiré (obscurité). Notons que les employés qui suivaient le cours selon des sessions de demi-journées n'ont pas perçu d'inconvénients majeurs à devoir se déplacer de leur lieu de travail pour suivre le cours mais ont souligné que la présence d'un terminal au sein de leur division éviterait une certaine perte de temps occasionnée par le déplacement et faciliterait l'accès plus fréquent au terminal (pour une demi-heure ou une heure par exemple). Cependant, quatre des employés ont souligné l'importance d'un lieu réservé pour le cours, autre que leur lieu de travail, où il était possible de s'y concentrer exclusivement et où une ressource d'aide était facilement accessible.

Les réponses exprimées à la question 8 portant sur les avantages perçus (citées à la figure 12) offre un sommaire des informations fournies précédemment. Voici, en résumé, les principaux avantages de l'utilisation de cours assistés par ordinateur, tels que perçus par les employés participants.

- de tels cours offriraient aux employés l'opportunité d'acquérir ou de mettre à jour des connaissances liées à leur travail;
- de tels cours peuvent s'intégrer opportunément au travail régulier de l'employé;
- il est possible de travailler à un rythme d'apprentissage individuel.

QUELS AVANTAGES PERCEVEZ-VOUS DANS L'UTILISATION DE TELS COURS POUR LA FORMATION DU PERSONNEL DU CNRC?

"L'acquisition de connaissances dans des domaines qui sont reliés à notre travail, tel que connaître les mots techniques reliés à l'informatique ou à l'électronique puisque ces domaines nous affectent tout comme c'est le cas de nimporte quel autre champ de carrière (#41)."

"Cela leur permettrait de mettre à jour leurs connaissances techniques et leur enseignerait de nouveaux sujets pour les aider davantage dans leur carrière au CNRC (#42)."

"Ces cours représentent de grands avantages en comparaison avec les classes conventionnelles en ce qu'ils sont disponibles en nimporte quel temps pour nimporte quel nombre d'étudiants, et chaque étudiant(e) peut travailler à son propre rythme, sans se soucier des progrès des autres (#43)."

"Un cours tel que celui-là peut être complété sans trop déranger le travail régulier de l'employé (#44)."

"Des cours devraient être créés afin de former davantage le personnel dans la direction que leurs activités peuvent prendre. Ces cours peuvent être intégrés dans l'horaire de travail de l'employé (#45)."

"Des cours durant les heures de travail sont une bonne idée (#46)."

"Je crois que c'est une bonne idée pour quelqu'un qui est intéressé à apprendre au sujet des ordinateurs, ou pour quelqu'un qui a affaire avec toute forme d'automation, de prendre un cours d'introduction tel que celui-là. Quoique quelques concepts puissent être difficiles à comprendre, la personne aura au moins une certaine idée de la façon dont fonctionnent les ordinateurs. Et ceci est très important de nos jours où les ordinateurs sont utilisés dans tellement de champs de travail (#47)."

Figure 12. Commentaires des étudiants (question 8)

3.3.3 Les aspects contraignants et les désavantages perçus

Tel que précisé lors de la présentation des buts de la présente étude, il ne s'agit pas d'évaluer le cours en soi, celui-ci ayant déjà subi une évaluation où il a été développé. Cependant, au cours de la période d'essai, les participants ont rencontré des difficultés qui sont plus spécifiquement liées au cours et qui se révèlent importantes à considérer dans une perspective de développement et d'implantation de tels systèmes de formation pour la clientèle visée. Pour cette raison, nous ferons état ici des aspects négatifs perçus, dans la mesure où ils se révèlent pertinents pour l'évaluation de la stratégie de base de l'EAO telle que vécue.

Les principales sources d'information pour le contenu de cette sous-section sont les questions 2, 5 et 9 du deuxième questionnaire, ainsi que l'observation participante qui, ayant impliqué un contact régulier avec les participants, permet d'évaluer le degré d'importance et les implications de ces contraintes. Les figures 13 et 14 présentent les commentaires fournis aux questions 2 et 5.

Il est d'abord intéressant de constater que tous les étudiants ont trouvé qu'il était relativement facile d'apprendre par l'intermédiaire de ce système. En entrevue, plusieurs ont spécifié que l'absence de manipulations complexes à effectuer, l'interactivité et le fait de pouvoir fonctionner d'une façon individuelle contribuait à rendre la situation d'apprentissage intéressante. Les problèmes rencontrés au niveau de l'apprentissage sont liés à la présentation de la matière en tant que telle et non à la stratégie de base de l'EAO (interactivité, feedback) qui n'a reçu aucun rejet de la part des participants. Bien que certaines difficultés relatives au fonctionnement de l'ordinateur ou du système de projection à diapositives soient survenues, l'équipement en soi n'a pas été perçu comme un facteur nuisible. Seul un étudiant a mentionné que les écrans tactiles causaient une certaine frustration lorsque l'ordinateur ne "percevait" pas correctement l'endroit pointé. Mentionnons qu'un des employés ayant craint que l'utilisation d'un clavier le ralentisse, n'a finalement rencontré aucun problème à ce titre. Par ailleurs, nous pouvons constater qu'aucun aspect négatif majeur d'ordre logistique ou ayant trait à l'application générale du système dans ce milieu n'a été soulevé par les employés participants. Pour cette raison, la considération des conditions dans lesquelles s'est déroulée l'expérience et que nous avons décrites plus spécifiquement à la section 2 demeure des plus importantes dans l'évaluation de ce type de système de formation.

Principalement, trois des contraintes soulevées en réponse aux questions ont manifestement été perçues négativement par les participants au cours de leur utilisation du système.

COMPTE TENU DE VOTRE EXPÉRIENCE, EST-IL RELATIVEMENT FACILE OU RELATIVEMENT DIFFICILE D'APPRENDRE PAR L'INTERMÉDIAIRE DE CETTE MÉTHODE?

"Relativement facile la plupart du temps (#48)."

"Cette méthode d'apprentissage semble être assez facile. Cela dépend de la façon dont la matière est présentée ... Les problèmes de base dans la présentation de ce cours ont été: 1) l'impossibilité de retourner à certaines parties de la matière en tout temps; 2) l'impossibilité de sortir du programme quand on est bloqué. Pour ces raisons, je pense qu'un instructeur doit être disponible (#49)."

"J'ai trouvé relativement facile d'apprendre par l'intermédiaire de cette méthode. On peut aller à son propre rythme. Tant que le programme est suffisamment clair et qu'on peut comprendre, je trouve qu'il n'y a pas de problèmes à passer à travers. On doit voir cela comme un outil pour nous aider. On contrôle l'ordinateur (#50)."

"J'ai trouvé cette expérience d'apprentissage relativement facile en général (#51)."

"J'ai trouvé certaines parties du cours relativement difficiles à apprendre par cette méthode (#52)."

"Il était relativement facile d'apprendre par cette méthode mais j'aimerais faire deux observations:

1. L'absence d'un livre signifie que les étudiants n'ont pas de moyen d'avoir des réponses à leurs questions ou d'explications face aux problèmes rencontrés. Les tests déterminent si un étudiant a compris le contenu couvert mais non pourquoi il n'a pas compris. La simple répétition d'une leçon ou d'un chapitre n'accroît pas nécessairement la compréhension et dans ce cas, du matériel supplémentaire tel qu'un livre serait utile.

2. Les résultats des tests indiquaient simplement un succès ou un échec et il était impossible de découvrir quels étaient les erreurs et les points faibles. Les cours conventionnels offrent invariablement une certaine sorte d'autopsie et je me demande si un cours assisté par ordinateur ne pourrait pas rendre un service similaire aux étudiants (#53)."

"J'ai trouvé relativement facile d'apprendre de cette façon. Cependant, j'avais de l'expérience avec les ordinateurs et plusieurs concepts m'étaient familiers (la plupart des notions liées au logiciel). Par contre, les concepts touchant au matériel informatique m'étaient un peu plus nouveaux et j'ai eu du trouble avec eux. C'était une bonne idée d'avoir quelqu'un à la portée de la main qui pouvait m'expliquer les choses un peu plus en détail ... On pourrait comparer cette méthode à un livre où il y a des exercices et des exemples mais on est en plus capable de répondre de façon interactive et d'obtenir un feed-back (#54)."

Figure 13. Commentaires des étudiants (question 2)

L'une de ces contraintes a été le fait de ne pouvoir quitter le cours en tout temps, lorsque désiré. Le programme prévoyant l'accès à une commande spéciale de sortie à environ toutes les 4 ou 5 pages-écrans allouait à l'utilisateur un contrôle relativement grand à ce titre. Cependant, le cours comporte des simulations et des exercices au cours desquels il n'est

QUELS ASPECTS DE VOTRE EXPÉRIENCE AVEZ-VOUS LES MOINS AIMÉS?

"... les quelques aspects du cours que je n'ai pas aimés sont les suivants: ne pas être capable de sortir du cours facilement ou instantanément en tapant un caractère spécial; ne pas être capable de voir les réponses aux tests; le chapitre 2 était un peu trop long et peut-être devrait-il être divisé; le type de réponses requises pour les quizz pourraient être mieux spécifié; la mention "faible" pourrait être changée pour quelque chose de plus encourageant (#55)."

"J'ai trouvé les expériences pratiques ennuyantes et, au début, sans relation évidente avec le reste du cours. La technique de mise au point était plus intéressante mais c'était énormément frustrant parce que je sentais que je ne comprenais pas vraiment ce qui se passait ... Peut-être que plus d'expériences, plus d'exposition au lab et plus de relation avec la théorie aiderait ... Un point de vue très personnel est que j'ai trouvé les "Bien fait!", "Tu l'as eu!", "C'est çà!" et autres exclamations similaires enfantines, irritantes et inutiles (#56)."

"Je pense que l'étudiant devrait pouvoir contrôler l'accès à des pages précédentes en tout temps; je pense que l'étudiant devrait être capable d'arrêter lorsqu'il le désire (#57)."

"Je n'ai pas vraiment eu de mauvaises expériences. Je crois que certaines mises à jour devrait être faites, telle que la disponibilité de documents écrits des leçons aussi bien que des copies des questions des tests (#58)."

"Je souhaiterais qu'on soit capable de voir quelle question on a échouée dans les tests et quelle était la bonne réponse (#59)."

"Ne pas être capable de sortir [en tout temps!]. Avoir le sentiment que la matière présentée n'était pas suffisante pour répondre à certaines questions (#60)."

"Etre forçé de répondre aux questions dans le mode révision pendant que j'essayais de trouver un petit détail (#61)."

Figure 14. Commentaires des étudiants (question 5)

pas possible de faire appel à cette commande; l'exercice devait être réussi avant que l'utilisateur ne puisse faire appel à toute commande.

Cette situation a été perçue négativement puisqu'elle obligeait l'étudiant qui ne pouvait les compléter avec succès de terminer une séance de travail "sous pression", de partir en demandant à la personne-ressource d'effectuer les opérations nécessaires pour terminer (dans le cas où l'employé désirait partir), ou encore de faire appel à une assistance pour réussir l'exercice. Dans ce dernier cas, l'étudiant aurait préféré réviser la matière puis tenter de refaire l'exercice, ce qui n'était pas possible dans cette situation. Cette contrainte, qui été rencontrée à plusieurs reprises dénote l'importance pour l'étudiant adulte d'avoir un contrôle relativement grand au niveau de l'interaction avec l'ordinateur. Cet aspect se retrouve aussi dans les commentaires concernant l'impossibilité d'accéder à toutes les pages précédentes par l'intermédiaire d'une seule

commande et le fait de devoir répondre de nouveau à toutes les questions ou de refaire les exercices lorsque l'étudiant révisait la matière. Il apparaît dans ce cas que l'option d'un mode de révision approprié serait le bienvenu et éviterait une perte de temps pour l'étudiant lorsqu'il est à la recherche que d'une parcelle d'information dans une leçon.

Tel que nous pouvons le constater à la lecture des réponses fournies aux questions 2 et 5 et tel que noté par l'intermédiaire de l'observation participante, une autre contrainte perçue a été l'impossibilité de connaître les bonnes réponses aux questions échouées. Ceci s'est avéré plus important dans le cas où l'étudiant, qui en était à sa deuxième ou troisième passation d'un test, demeurait dans l'ignorance des questions auxquelles ils répondaient d'une façon erronée. Les principales raisons de cette situation étaient des erreurs d'orthographe dans la réponse qui était alors considérée comme erronée, ou un manque d'instructions précises envers les modalités d'inscription de réponses (placer des virgules entre chaque mot, par exemple). L'appel à l'assistant qui consultait alors le programme était nécessaire pour identifier la cause de l'échec répété à un test.

Un troisième aspect important à considérer est le fait qu'en l'absence de documents écrits ou de feuilles de travail, l'étudiant devait prendre beaucoup de notes s'il désirait se référer à des notions précédentes sans quitter la page apparaissant à l'écran ou s'il désirait conserver un

PERCEVEZ-VOUS DES DÉSAVANTAGES DANS L'UTILISATION DE TELS COURS POUR LA FORMATION DU PERSONNEL DU CNRC?

"Non."

"Trop de temps pourrait être consacré à de la matière inappropriée (#62)."

"Non."

"Non, sauf que certaines personnes pourraient voir cela comme une façon impersonnelle d'apprendre (#63)."

"Non."

"Un désavantage peut être que tous les sujets (et possiblement tous les étudiants) ne peuvent se prêter à ce type de formation; un soin pourrait être exercé dans la sélection des cours offerts et dans la sélection des étudiants. Il peut aussi y avoir un danger en permettant aux étudiants de travailler entièrement à leur propre rythme sans supervision de leur progrès. Je me questionne aussi à savoir si un cours assisté par ordinateur en lui-même, sans livre et matériel supplémentaire, est suffisant (#64)."

"Non, je n'en vois pas (#65)."

Figure 15. Commentaires des étudiants (question 9)

document auquel se référer ultérieurement, après avoir suivi le cours. L'absence de branchements à des modules d'explications supplémentaires supporte aussi la nécessité de documents liés au cours. Sur ce dernier point, l'assistance pédagogique s'est révélée pertinente pour répondre aux questions de contenu.

En ce qui a trait aux désavantages perçus pour la formation au CNRC, les réponses fournies à la question 9 (figure 15) témoignent que la majorité des employés participants n'en voient aucun. Il est cependant important de considérer les interventions de trois des répondants sur les désavantages possibles et liés aux aspects ci-haut mentionnés. La deuxième réponse citée invite à considérer la possibilité d'offrir des descriptions assez détaillées des cours offerts (et possiblement du temps estimé pour chacun des chapîtres d'un cours) ou encore la présence de tests initiaux s'accompagnant de branchements appropriés pour chaque utilisateur. Les deuxième et troisième interventions témoignent de l'idée que ce type de cours ne convient probablement pas à tous. Des évaluations continues s'avèrent à ce titre pertinentes dans l'application de tels systèmes de formation.

4. CONCLUSION

L'enseignement assisté par ordinateur peut-il contribuer de façon enrichissante et intéressante à la formation (ou au perfectionnement des compétences) des employés du CNRC? Sans prétendre fournir une réponse complète et définitive à cette question, l'expérience vécue décrite dans ce rapport permet de rendre un premier verdict positif face à l'introduction et l'application d'un système d'EAO dans le milieu concerné.

En regard de l'enrichissement apporté, la comparaison des résultats obtenus aux prétest et post-test a permis de constater que les participants ont fait un progrès important en regard du contenu qui leur a été présenté. Ces derniers ont exprimé une satisfaction relativement grande envers l'expérience d'apprentissage effectuée et celle-ci s'est révélée pertinente par rapport à leurs activités professionnelles.

Si on considère que l'attitude d'une personne à l'égard de quelque chose est sa disposition à devenir motivée dans sa relation avec elle (12), il ne fait nul doute que la motivation des employés participants à suivre d'autres cours assistés par ordinateur démontrent que ces derniers ont développé une attitude positive face à un tel système de formation. Bien que la visée n'ait pas été une étude systématique et approfondie de la relation apprenant-medium, ce n'est toutefois pas une conclusion négligeable que de pouvoir dire qu'il y a acceptation de la stratégie de base de l'EAO de la part de tous les employés participants, et qu'aucun problème

majeur lié à l'utilisation d'un tel système de formation n'a été rencontré ou perçu comme tel.

Il demeure cependant important de considérer les conditions dans lesquelles s'est déroulée l'expérience et de voir dans quelle mesure ces conditions sont importantes pour une application réussie. Nous nous référons entre autres à la souplesse accordée aux horaires et à la période de temps allouée pour la complétion du cours, ainsi qu'à la disponibilité d'une ressource d'aide facilement accessible. Les suites du projet d'évaluation permettront sans aucun doute d'explorer d'autres modes d'application de l'EAO dans ce milieu, mais étant donné l'importance de ces facteurs pour la première période d'essai, il est à envisager que ces conditions demeurent à la base du succès de l'application de tels systèmes de formation dans le milieu.

REMERCIEMENTS

L'expérience décrite dans ce rapport a été réalisée grâce à l'étroite collaboration de plusieurs personnes qui y ont assumé un rôle déterminant.

Nous tenons à exprimer notre gratitude à Monsieur Jack Brahan, directeur de la Section de recherches en informatique, et à Monsieur Yves Bégin, professeur-chercheur à l'INRS-Éducation, pour la tâche confiée face à laquelle nous avons développé un intérêt des plus enthousiastes, ainsi que pour leur assistance et leur appui.

Nous remercions sincèrement les sept employés qui ont participé à l'expérience à titre d'étudiants et qui se sont prêtés ouvertement à la cueillette des informations. Nous souhaitons que l'expérience qu'ils ont vécue leur ait apporté un enrichissement proportionnel à la préciosité de leur participation.

Nos remerciements vont également à Monsieur Reg Shevel de la Section de recherches en informatique et personne-ressource associée au projet, pour sa disponibilité; et à Monsieur Richard Bertrand, professeur-chercheur à l'INRS-Éducation, qui a contribué à la représentation des données statistiques.

RÉFÉRENCES

1. R. Pearson. Technicians need new skills. Nature, 313(7): 514; February 1985.

2. S. Schwade. Is it time to consider computer based training? Personnel Administrator, 30(2): 25-35; February 1985.

3. R. Zemke et S. Zemke. 30 things we know for sure about adult learning. Training/HRD, 18(6): 45-49; June 1981.

4. J. Patricks et P. Strammers. Computer assisted learning and occupational training. British Journal of Educational Technology, 8: 253-267; 1977.

5. L. Goldwater. Computers are changing the way we train and retrain workers. IRON Age, 50-55; July 1983.

6. K.C. Govaerts et T.A. Grillot. Computer-based industrial training: a primer. Training & Development Journal, 38(11): 28-31; 1984.

7. A.L. Kamouri. Computer-based training: a cognitive framework for evaluating systems' designs. Computer based training, 12(4): 287-309; 1984.

8. E.A. Friedman. Machine-mediated instruction for work-force training and education. The Information Society, 2(3/4): 269-325; 1984.

9. J. Cardinet. L'élargissement de l'évaluation. Éducation et Recherche, 1(1): 15-33; 1979.

10. R. Bertrand. Pratique de l'analyse des données. Presses de l'Université du Québec. Sous presse.

11. S. Siegel. Nonparametric statistics for the behavioral sciences. New York, McGraw-Hill. 1956.

12. V. Alexandre. Les échelles d'attitudes. Éditions universitaires, Paris. 1971.

PRINCIPES FONDAMENTAUX DES CALCULATEURS NUMÉRIQUES
(table des matières)

CHAPITRE 1 INTRODUCTION AUX ORDINATEURS

1.1 Utilisations typiques des ordinateurs
1.2 Opérations de base d'un ordinateur
1.3 Logiciel: une introduction
1.4 Test

Expérience pratique #1: Introduction au mini-laboratoire

CHAPITRE 2 UNITÉ DE CONTRÔLE ET LOGIQUE DE BASE

2.1 Fonctionnement de l'unité de contrôle
2.2 Logique de base

Expérience pratique #2: Circuit ET

2.3 Logique à trois états
2.4 Bascules électroniques
2.5 Synchronisation
2.6 Registres
2.7 Décodeurs/Encodeurs
2.8 Test

CHAPITRE 3 UNITÉ ARITHMÉTIQUE ET LOGIQUE

3.1 Fonctionnement de l'unité arithmétique et logique
3.2 Calculs mathématiques
3.3 Additionneurs
3.4 Comparateurs
3.5 Manipulations de l'accumulateur
3.6 Registres code condition
3.7 Test

Expérience pratique #3: Addition et soustraction

CHAPITRE 4 MÉMOIRES ET BUS

4.1 Définitions
4.2 Types de mise en mémoire
4.3 Circuits intégrés
4.4 Mémoires des circuits intégrés
4.5 Parité
4.6 Mémoire morte

Expérience pratique #4: Mémoire vive et mémoire morte

4.7 Structure d'un bus
4.8 Opérations d'un bus
4.9 Test

Expérience pratique #5: Exécution de programmes
Expérience pratique #6: Opérations d'un bus

CHAPITRE 5 MPU/CPU

5.1 Structure et fonction des CPU/MPU
5.2 Grandeur de mot
5.3 Applications de MPU

Expérience pratique #7: Sondage logique
Expérience pratique #8: Pulsation logique
Expérience pratique #9: Aiguillon - Test de réponse

Autres expériences pratiques sur la technique de mise au point

5.4 Test

CHAPITRE 6 PROGRAMMATION

6.1 Définitions
6.2 Niveau de programmation
6.3 Exécution d'un programme
6.4 Registres internes
6.5 Classes d'instructions
6.6 Mode d'adressage
6.7 Exécution
6.8 Soumission d'une tâche
6.9 Test

CHAPITRE 7 PÉRIPHÉRIQUES

7.1 Utilisations de l'équipement périphérique
7.2 Dispositifs d'entrée/sortie
7.3 Interfaces mécaniques
7.4 Codes de données communs
7.5 Test

ANNEXE A

ANNEXE B

LETTRE D'INVITATION ET LISTE DES DIVISIONS OÙ ELLE A ÉTÉ EXPÉDIÉE

26 March 1985
26 mars 1985

In collaboration with the Institut National de la Recherche Scientifique of the University of Quebec (INRS - Education), the Division of Electrical Engineering is carrying out an evaluation of Computer-Assisted Learning as applied in environments such as we have here at NRC. The effectiveness and limitations of CAL have been studied in structured settings (schools, colleges, military, etc.) but little information is available relevent to its integration in the less structured training environments (industry, government, etc.) where the motivation is the acquisition of new skills, not a "credit" for course completion and where there are often interfering demands on the student's time. Thus the objective of the investigation is an assessment of the CAL system and identification of parameters that are important in this setting. Neither the courses, nor the participating students will be the subject of the evaluation. The courses to be used have been validated elsewhere and have been selected on the basis that they offer a means of acquiring skills of value to NRC staff.

En collaboration avec l'Institut national de la recherche scientifique de l'Université du Québec (INRS - Éducation), la Division de génie électrique procède à l'évaluation de l'enseignement assisté par ordinateur (EAO) tel qu'appliqué dans le genre d'environnement que l'on retrouve ici au CNRC. L'efficacité et les limitations de l'AEO ont été étudiées dans des cadres structurés (écoles, collèges, établissements militaires, etc.) mais peu d'informations sont disponibles quant à l'intégration de l'EAO dans des milieux de formation moins structurés (industrie, gouvernement, etc.) où le facteur motivant est l'acquisition de nouvelles habiletés plutôt que l'obtention d'un "crédit" pour avoir complété un cours. L'objet de cette enquête est donc d'évaluer le système d'EAO et d'identifier les paramètres qui sont importants dans ce genre de milieu. Ni les cours, ni les participants ne feront l'objet de cette évaluation. Les cours qui seront utilisés ont été validés ailleurs et ont été choisis parce qu'ils offrent un moyen d'acquérir des habiletés d'une grande utilité pour le personnel du CNRC.

.../2

The initial course that has been selected for use in the evaluation is one in DIGITAL COMPUTER FUNDAMENTALS that was originally developed for training of maintenance technicians within the Department of National Defence. The content of the course is summarized in the attached outline.

We are looking for volunteers who could benefit from this course and who, from now to 30 June would undertake to devote approximately 100 hours (in full or half day sessions) to taking the course and to subsequently answering a questionnaire.

A pretest and a post-test on the course content will be given to each of the participants, but this information is intended only for purposes of evaluation of the CAL system, not the participant. Individuals will be informed of the results of these tests, but their names will not be associated with the recorded data.

I would be grateful if you could inform your staff of this experiment and grant permission to those who wish to participate to devote the required time. Potential participants should contact Jack Brahan at 3-2484.

Le premier cours qui a été choisi pour servir à l'évaluation porte sur les PRINCIPES FONDAMENTAUX DES ORDINATEURS NUMÉRIQUES qui fut originalement conçu pour la formation des préposés à l'entretien au sein du ministère de la Défense nationale. Le contenu de ce cours est décrit dans le document ci-annexé.

Nous sommes à la recherche de volontaires qui pourraient bénéficier de ce cours et qui seraient disposés à consacrer, d'ici le 30 juin, environ 100 heures de leur temps à ce cours, (en séances d'une journée ou d'une demie journée à la fois) pour ensuite répondre à un questionnaire.

Chaque participant devra subir une épreuve préliminaire et une épreuve terminale portant sur le contenu du cours. L'information recueillie servira uniquement à l'évaluation du système d'EAO, et non à évaluer les participants. Ces derniers seront informés des résultats obtenus aux épreuves, mais aucun nom ne sera associé aux données enregistrées.

Je vous serais reconnaissant de bien vouloir informer votre personnel de cette expérience et d'accorder la permission à ceux qui désirent y participer d'y consa- crer le temps requis. Les parti- cipants éventuels devront commu- niquer avec Jack Brahan au numéro 3-2484.

Le directeur,

J.Y. Wong
Director

JYW:cd

LISTE DES DIVISIONS

Division des recherches en bâtiments

Division de génie mécanique

Établissement aéronautique national

Division de chimie

Institut Herzberg d'astrophysique

Division de physique

Division des sciences biologiques

Division de l'énergie

ANNEXE C

QUESTIONNAIRE 1

Numéro de l'étudiant:_____

Date:_____

Division:_____ Section:_____

Type d'emploi occupé:_____

_____

A) Possédez-vous une expérience des ordinateurs? Oui [ ] Non [ ]
Si oui: matériel informatique [ ] logiciel [ ]

Indiquer où et décrire brièvement:
Au travail:_____
À la maison:_____
Cours:_____
Autres:_____

Était-ce une bonne expérience?

B) Le cours concerne les Principes Fondamentaux des calculateurs numériques.

Avez-vous une certaine expérience liée à ce sujet?
Oui [ ] Non [ ]

Si oui, décrire laquelle/où/quand:

C) Pourriez-vous exprimer vos opinions envers l'enseignement assisté par ordinateur.

ANNEXE D

QUESTIONNAIRE 2

1. Êtes-vous satisfait de l'apprentissage que vous avez effectué?

2. Compte tenu de votre expérience, est-il relativement facile ou relativement difficile d'apprendre par l'intermédiaire de cette méthode d'apprentissage?

3. Est-ce que le contenu du cours qui vous a été présenté est pertinent compte tenu de vos activités professionnelles?

4. Quels aspects de votre expérience avez-vous le plus aimés?

5. Quels aspects de votre expérience avez-vous le moins aimés?

6. Recommanderiez-vous à des collègues de travail de suivre de tels cours?

7. Seriez-vous intéressé à suivre un autre cours de ce type?
   Si oui, quels sujets vous intéresseraient plus particulièrement?

8. Quels avantages percevez-vous dans l'utilisation de tels cours pour la formation du personnel du CNRC?

9. Y percevez-vous des désavantages?

10. Pensez-vous que l'enseignement assisté par ordinateur a de l'avenir?

11. Autres commentaires.

ANNEXE E

Version originale anglaise des commentaires cités

1. "...am fascinated to find out how it works..."

2. "I find computer assisted courses quite helpful as a learning tool."

3. "If the course is well prepared and presented, ... , I can see no reason why this system would not be beneficial to an individual."

4. "I think the method will be fine (ok)."

5. "I feel positive about the idea."

6. "I feel that computer assisted instruction is very useful."

7. "I feel that computer assisted instruction is very useful as it allows the student to work at his/her own pace on their own but can also seek more explanation from an instructor regarding topics which are not clear. It is important that the computer assisted instructions are clear and user friendly."

8. "CAI may be less tiresome than reading a text, though not necessarily replacing it."

9. "Working alone with a machine can be irritating unless there are people readily accessible to help and inform the student(s)."

10. "I find computer assisted courses quite helpful as a learning tool. The great advantage is that a student can pace herself/ himself according to her/his learning abilities. Also, the scheduling of the sessions can be tailored to the student. The disavantage, on the other hand, lies in the fact that there is no human interaction. No one is there to answer very specific questions!"

11. "If the courses is well prepared and presented, and the computer available without the pressure of other students waiting in line, I can see no reason why this system would not be beneficial to an individual."

12. "I have no experience whatever at Computer assisted instruction but am fascinated to find out how it works, especially for one who is far removed from the formal learning of school and university. The

possibility of working at one's own pace is particularly appealing but I am curious to find out how the absence of class-room competition, and the stimulus which this can provide, affects the learning process."

13. "On the whole, I am satisfied ... It introduced me to an entirely new aspect of computers as I had only dealt with the programming side until now."

14. "I am quite satisfied. The course enabled me to relate hardware and software concepts to each other. I did not feel confident with hardware terminology, now at least, I have some idea of the meaning of hardware key terms."

15. "Yes. I have come away with new knowledge and a better understanding of computers, the course has also refreshed my memory in certain areas."

16. "Yes, but I expected to get more of the actual sitting down at the terminal and the commands for transferring material and making file ... [to get more about] what most particular computers did."

17. "I am satisfied with what I have learned but felt it could have gone a bit more in detail in some subjects for myself."

18. "It was some relevance to my activities ... where we are involved in computing on main-frame, mini and micro-computer. However, perhaps the greatest advantage will be in dealing with problems in my home computer where there are no electronics experts at hand to help!"

19. "Yes, I believe so. Since I work with both hardware and software people, I will be able to relate these two aspects of computer to each other. I still don't understand everything but now I know what to ask."

20. "The contents touched some immediate areas of concern. I was initially encouraged to participate in this course for future involvement in a newly acquired computer system."

21. "... to some of my work. Maybe more in the future."

22. "Yes. Most of it was along the line of what we have."

23. "Only part. We use computers [at work] ... quite often, people ask me to do something when they are not there, so I should know what's going on."

24. "Yes, it was relevant to my professional activities."

25. "I believe that it is a good idea for anyone who is interested in learning about computer or for anyone who deals with any form of automation to take an introductory course such as this one. Although some concepts might be hard to understand at least the person would have some idea of how a computer works. And this is very important in our day and age when computers are being used in so many fields of work."

26. "I would certainly recommend to colleagues that if the need and the opportunity arise for them to take such a course, they should do so."

27. "Most of my colleagues at the moment are quite knowledgeable in the field of computers. However, if I knew some people that were interested in learning about them, I would certainly recommend this course."

28. "I wouldn't consider that it was a waste of time."

29. "Yes, I think this system is an interesting way to introduce new subject matter to co-workers; especially if the employee is hesitant of working with computers."

30. "I would recommend it to those who had little knowledge of logic circuits and microcomputers."

31. "You should be able to upgrade your skills ... being in a job that I'm in, you have to upgrade ... everything is always changing. You work on newer and newer things."

32. "I liked the fact that I was able to work at my own pace. I was able to move back and forth through the course as I pleased. I was also happy to have someone that could help me if I had some trouble with certain parts of the course."

33. "Flexible hours for the course; quiet surroundings (only 2 people per room; technical help was always available (when computer failed to function)."

34. "Answering questions successfully, indicating that an explanation was understood; gaining an overall view of the subject of computers."

35. "I liked being able to set my own pace depending on the material."

36. "I enjoyed the challenge of a new learning experience, especially having been at the teaching end since graduation, and the opportunity to spend time in an activity other than my normal work. It was fascinating to discover how courses of this kind are presented, to work at one's own pace rather than at the pace of a class, and to emerge with a feeling of some accomplishment."

37. "I enjoyed the practical experiments and the hands on experience on test equipment. I liked being able to go at my own pace."

38. "I find this method of learning relaxing where one can work at his or her own pace, with the option of reviewing your material without holding up a class or facing behind. I enjoyed the practical lab aspect where theory and hands on experience come together, working with examples off the screen or slide diplay also clarifies the theory previously presented."

39. "You are not limited by the speed of the class. If you find something very easy to comprehend or easy to go through, you can go through quicker than you can in a classroom when you have to wait for anybody else to catch out and to understand it. Since through the other way, if there's something that you don't understand you can take your time going through it and trying to understand it rather than to have to be rushed in a class. So, going this way, you get to go at your own speed."

40. "... partly because of the flexible hours, we can come when we get time, we can fill in on extra days."

41. "General overview and knowledge of areas where our work may take us. Such as knowing key buzz words relating to computers or electronics since these areas affect us in just about any career field."

42. "It would upgrade their technical knowledge and teach them new subjects to help them further their careers in the council."

43. "These courses have great advantages over conventional classroom courses in that they are available at any time to any number of students and each student can work at his or her own pace, regardless of the progress of the others."

44. "A course like this can be completed and not interfere too much with one's regular work."

45. "Courses should be designed to further train personnel in the direction that their activities may take; these courses can be integrated into one's work schedule."

46. "Courses during work hours are a good idea."

47. "I believe that it is a good idea for anyone who is interested in learning about computer or for anyone who deals with any form of automation to take an introductory course such as this one. Altough some concepts might be hard to understand at least the person would have some idea of how a computer works. And this very important in our day and age when computers are being used in so many fields of work."

48. "Relatively easy most of the time."

49. "This method of learning seems to be fairly easy. This depends on how the material is presented. ... Some basic problems in presenting this course were: 1) the inability to go back over some part of the material at any time; 2) the inability to exit the program when one gets stuck. For some of the above reasons I feel that an instructor should be available."

50. "I found it relatively easy to learn by this method. You can go at your own pace. ... As long as the program is clear enough and you can understand, I find there's no problem to go through it. You have to look at it as a tool to help you. You control the computer."

51. "I found this learning experience to be relatively easy on the whole."

52. "Some parts of the course I found relatively difficult to learn by this method."

53. "It was relatively easy to learn by this method but I would like to make two reservations:

    1. The absence of a textbook means that the students have nowhere to turn to have questions answered or problems explained. Lesson and chapter tests determine whether or not a student has understood but not why she or he has not understood the material covered. Mere repetition of a particular lesson or chapter does not necessarily increase the understanding and in this case supplementary material such as textbook would be useful.

    2. The results of the tests simply indicate a pass or fail and it was impossible to discover where the mistakes and the weak points lay.

lay. Conventional courses invariably offer some kind of a post-mortem and I wonder if a Computer Assisted Course could not be designed to give similar service to the students."

54. "I found it relatively easy to learn in this way. However, I did have experience with computers and many concepts of the course (mostly software) were familiar to me. On the other hand the hardware concepts were a little newer to me and I had a trouble with these. It was a good idea to have someone on hand that could explain things to me a little more in depth. ... You can compare it from a book where there is examples and exercises ... also able to answer interactively and have a feedback."

55. "... a few aspects of the course that I did like are the following: not being able to exit from the course easily or instantly by say typing in a special character; not being able to see the answer of chapter tests; chapter 2 was a bit too long and maybe should be split up; the type of answers required for quizes might be more specific; the grading "weak" might be changed to something more encouraging."

56. "I found the practical labs dull and, in the beginning, irrelevant with no obvious relation to the rest of the course. The trouble-shooting was more interesting but it was enormously frustrating because I felt that I had no real understanding of what was going on nor of what was really required. ... One very personal point is that I found the "well done!", "you've got it!", "right on!" and similar exclamations childish, irritating and unnecessary."

57. "I think the student should have the control to back up the computer to previous pages at any time; I think the student should be able ... to stop at any time he chooses."

58. "I did not really have any bad experiences. I believe some updating on the system should be done, such as: availability of hard copies of lessons as well as copies of questions from the lesson and chapter tests."

59. "I wish you were able to see what question you spot wrong on the test and see what the proper answer was."

60. "Not being able to answer questions and not being able to exit; feeling that the material presented was not enough to answer some questions."

61. "Being forced to answer questions in the review mode while trying to find one bit of detail (no fast research)."

62. "Too much time could be spent on unrelated material."

63. "No. I see no real disadvantages, though some individuals may find it an impersonal way to learn."

64. "One disadvantage might be that not all subjects (and possibly not all students) may lend themselves to this type of training; care would have to be exerciced in the selection of courses offered and in the selection of the students. There may also be a danger in allowing students to work entirely at their own pace without some monitoring of their progress. I also question whether a a computer assisted course on its own, without textbooks and supplementary material, is sufficient."